TUSA

IQ-850 (NITROX) MULTI LEVEL DIVING COMPUTER

IQ-850体内窒素バーグラフの見方

OWNER'S INSUTRUCTION MANUAL

第３版

株式会社タバタ
◆お問い合わせ先
TUSAお客様相談室 TEL.0120-989-023
（受付時間／月〜金9:30〜12:00、13:00〜17:00）
〒340-0813 埼玉県八潮市木曽根768

IQ-850補足取説 第3版 ※本文の無断転載をかたくお断りします。
©Copyright 2011 Tabata Co.,Ltd. All rights are reserved.

この説明書は、IQ-850の12本のコンパートメントごとの体内窒素量バーグラフの見方を解説したものです。別添のIQ-850取扱説明書も必ずお読みください。

はじめに

IQ-850の最大の特長は、窒素の吸排出が「遅い組織」～「速い組織」まで、体内の窒素量を12のコンパートメントごとのバーグラフで表示することです。無減圧潜水時間だけでなく、コンパートメントごと（特に「遅い組織」）の体内窒素量に注意することによって、窒素の取り込み過ぎを防ぎ、減圧症に罹患する可能性をより低減します。また、一見難しい減圧理論を、実際に使用することによって簡単に理解することができ、自然に安全なダイビングが行えるようになります。

ダイブコンピュータを使用する最大の目的は、「減圧症にかかるリスクを低減すること」ですが、減圧症の患者が増えてきたのは、むしろダイブコンピュータが普及して来てからと言われています。東京医科歯科大学医学部附属病院だけでも、年間400人近くのダイバーが減圧症で治療を受けているのが現実で、全国の患者数は年間1000人以上いると推定されています。しかも、減圧症にかかった人の殆どが、ダイブコンピュータに従って、無減圧潜水時間を守っていたことが分かっています。ダイブコンピュータには、最大の発症要因である浮上速度違反を警告する機能が付いているので、本来は減圧症の予防に非常に有効な器材だと言えます。しかし、逆に減圧症の患者数が増えてしまったのは何故でしょうか？

それは、窒素が吸排出される仕組みをよく理解しないまま、ダイブコンピュータが示す無減圧潜水ギリギリのダイビングを繰り返すダイバーが多くなったから、つまり、ダイブテーブルを引いていた時代より、体内に窒素を取り込みすぎるダイバーが増えたからだと考えられるのです。

減圧症は、最大の要因である浮上速度違反も含めた「減圧ミス」によって起こります。ダイビングの模範パターンは、初めに最大水深（レジャーダイビングの場合は30mが限度）に達して、後はゆっくりと浮上していくパターンです。「減圧潜水」、「無減圧潜水」という言葉に惑わされがちですが、「減圧潜水」は単に過飽和状態になった体内組織の窒素を排出させる減圧行為であって、水面まで浮上していくこと、「安全停止」をすること、水面休息（潜水終了後も含む）をすることの全てが実際は減圧行為になります。浮上速度違反だけでなく、ダイビング中（特にダイビングの終盤）は窒素の取り込み過ぎに注意して、体内の各組織に取り込まれた過剰な窒素を、いかに無理なくなめらかに身体の中から排出（減圧）していくかを頭の中でイメージしながら潜ることが肝心です。そういう意味において、模範的な潜水パターンの実践は非常に大切です。ただ、ダイブコンピュータが示す“無減圧”潜水時間を守るだけの漠然とした潜水や浮上をしてはいけないのです。

ダイブコンピュータは、アルゴリズム上、どんなに窒素を取り込むような潜水をしても、水深10m近くまで浮上して来ると無減圧潜水時間が必ず長く表示されてしまいます。これによって多くのダイバーが「窒素が抜けてしまった。」と錯覚して、知らず知らずのうちに限界ギリギリの窒素を溜め込むことになっています。減圧理論的に簡単に言うと、これは減圧不要限界に関わる組織が、ハーフタイムが短い組織から長い組織に切り替わっていくからです。例えば、水深10mあたりになるとハーフタイムが90分～120分の組織が関わるようになります。そのため、TUSAのコンピュータの場合は、一気に無減圧潜水時間が最大値の200分を示すようになります。このような状態の時には、本来は無減圧潜水時間ではなく、体内窒素量を中心に減圧管理をする必要があるのです。実際には窒素が体内組織に相当溜まっている場合があるからです。

IQ-850のコンパートメントごとの体内窒素バーグラフは、ダイブコンピュータが普及してから、むしろ増加してしまった減圧症の患者数を減らす目的で開発されました。ダイビング中にコンパートメントごとの体内窒素量を確認して、特に「遅い組織」への窒素の取り込み過ぎを防ぐことによって、減圧症発症の可能性を低減します。また、従来はあまり言及されてこなかった潜水後の高所移動（山越え）に関しても、東京医科歯科大学の研究結果やU.S.ネイビーのダイビングマニュアルの安全指針を参考に、安全に高所移動をするための潜水終了後の時間の目安を出していることも大きな特長です。

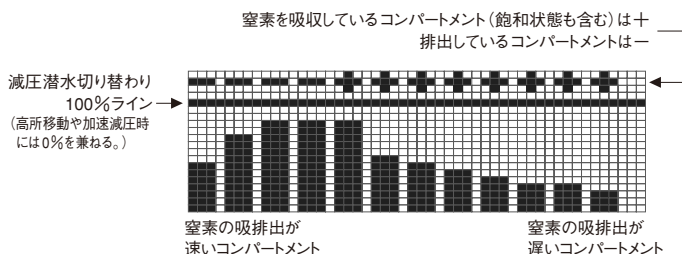
まずは、ユーザーの皆さんそれぞれが、減圧症とダイブコンピュータのアルゴリズムに対する正しい知識を身につけることが肝心です。最終的には、インストラクターやガイドダイバーに頼るのではなく、自分の意識で体内窒素量をコントロールすることがとても大切なのです。

尚、TUSAホームページ上に「減圧症の予防法を知ろう」というコンテンツがあります。取扱説明書には記載しきれない減圧症予防に関する詳細な情報が書かれていますので、是非お読みください。

IQ-850補足取説
2009/6 第1版　2010/1 第2版　2011/1 第3版

体内窒素バーグラフについて

人体においては、筋肉や、脳、脊髄、皮膚、肺、腎臓、肝臓などは、窒素が溶け込みやすく、排出されやすい組織で、ダイビング中にたくさんの窒素を溶け込ませますが、浮上するに従って速く排出されると考えられています。これらは窒素に対する反応が「速い組織」と呼ばれています。逆に、骨や関節、靭帯、脂肪、骨髄などは、溶け込みにくい組織で、少量しか溶け込みませんが、一旦溶け込んでしまうと、余分な窒素が排出されるまでには時間がかかると考えられています。これらは窒素に対する反応が「遅い組織」と呼ばれています。ダイブコンピュータは、それぞれの組織の違いを考慮して、無減圧潜水時間などを計算しています。例えば、IQ-850では、人体の「速い組織」から「遅い組織」までを12に分類して計算しますが、この分類をコンパートメント（仮想組織）と呼んでいます。ダイブコンピュータは、取り込むことができる最大限の窒素量をコンパートメントごとに独立して計算しながら、トータル的に無減圧潜水時間などを示しています。

IQ-850のドット画面部分に表示される体内窒素バーグラフの見方は以下の通りです。

潜水中は、潜水時間や潜水深度によって、各コンパートメントのバーグラフの動きが目まぐるしく変化して行きます。まずは、その動き方をつかむことが大切です。

IQ-850の体内窒素バーグラフを上手く使うポイントは、①「左から5つ目までの（速い）コンパートメントを、浮上していく過程でいかになめらかに減圧して（バーグラフを下げて）いくか。」②「右から4つ目までの（遅い）コンパートメントに、いかに窒素を溜め込み過ぎない（バーグラフを50%以上に上げない）か。」を考えることにあります。（P.17「体内窒素量でマージンを管理する必要性」参照）

では、1日3本の窒素を溜め込むような反復潜水をした時のシミュレーションから、IQ-850の体内窒素量バーグラフの見方をご説明していきましょう。さあ、潜水開始です。

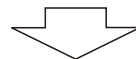
（注）文中にある「停滞」という言葉は、動きを止めることではなく、その水深に留まるという意味です。

体内窒素バーグラフ表示の見方（潜水シミュレーション）

（写真1）

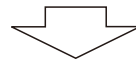
1本目開始、水深30mで停滞（5分後）

初回のダイビングですぐに水深30mまで潜降し、そこに停滞したとすると、左のような画面の状態になります。水深が深いので、速いコンパートメントのバーグラフがどんどん伸びて行きます。全コンパートメントが窒素を吸収に向かっているので、上の段では全ての組織に十表示が出ています。NDLが11minで、無減圧潜水可能時間は残り11分。水深30mと深いので、酸素分圧PO2は0.8を示しています。

（写真2）

水深30mで停滞（13分後）

潜水開始13分後の状態までは、一番速いコンパートメントが最も減圧不要限界（M値）に近くなります。NDLが3minで、無減圧潜水可能時間は残り3分を示しています。潜水時間が短いので、遅いコンパートメントにはあまり窒素が蓄積されていません。

※3分前になると、警告音（バイブ振動）などで減圧潜水への切り変わりが迫っていることを知らせます。通常は遅くとも5分前までに浮上を開始してください。

（写真3）

水深30mで減圧停止切り替わり直前（15分後）

（絶対にしてはいけませんが、）DECOサインを無視して、さらに水深30mに留まり続けると、潜水開始15分後に2番目に早いコンパートメントが減圧潜水切り替わり直前になります。一番速いコンパートメントは飽和状態に近づいたために、バーグラフの伸びが非常にゆっくりとなります。NDLが1minで、無減圧潜水可能時間は残り1分を示しています。

※減圧潜水に切り替わった瞬間に、警告音（バイブ振動）などで知らせます。

(写真4)

水深15mに停滞(30分後)

水深30mで無減圧潜水時間が1分となった所で浮上を開始します。一旦減圧潜水に切り替わりますが、速いコンパートメントは、窒素が排出方向になるために、浮上途中ですぐに無減圧潜水表示に戻ります。そのまま16分後くらいから水深15mにしばらく停滞。30分後の状態では、一番速いコンパートメントと2番目に速いコンパートメントは、窒素が飽和する水深が15mより深いために、排出方向に向かって一表示を出しています。

(写真5)

減圧潜水

減圧潜水に切り替わった場合は、左の写真のような表示が出ます。写真は、反復潜水の2本目で潜水時間9分後に水深30mで減圧潜水に切り替わった状態で、水深3mに3分停止が必要で、水面に浮上出来る最短の時間が、7分であることを示しています。また、DECOマークが点いています。

※減圧潜水中は、SELECTボタンを押しても残留窒素バーグラフなどの情報は表示されません。

解説:「速いコンパートメント」のコントロール

常識的な潜水をした場合は、水深が深い場所では「速いコンパートメント」がまず減圧潜水にかかわってきます。体内の「速い組織」は窒素の吸排出が速いために許容性が高く、リカバリーやコントロールがしやすいと言えますが、反面、注意しないと重症の減圧症にかかる危険性があります。「速いコンパートメント」の窒素を安全にコントロールするポイントは大きく4つあります。

①水深30mを超えるようなディープダイビングをしない。
②浮上速度違反をしない。
③ダイビングの初めに最大水深に達して後はゆっくりと浮上していく模範パターンの潜水を実施する。
④ダイビング終了15分前には水深10m未満に浮上して「速い組織」を減圧、水深5mで3分間の安全停止をして更に段階減圧する。

これらの点を遵守すれば、「速い組織」による減圧症発症のリスクはかなり低減できるはずです。浮上するに従って、いかに速いコンパートメントの動きをなめらか(小幅)に抑えて減圧していくかが肝心です。

(写真6)

水深9.9mに停滞(40分後)

水深15mにしばらく留まった後、中間的なコンパートメントに窒素が溜まって無減圧潜水時間が11分となった所で浮上を開始し、33分後から水深9.9mに留まってみます。40分後の状態では、左四つの速いコンパートメントは、排出方向に向かって一表示を出しています。ここで注目すべき点は、無減圧潜水時間で、水深15mの状況とは大きくことなり、104分を示しています。水深10mを切ったら、無減圧潜水時間は安全の目安にならなくなることが良く分かります。

(写真7)

水深5.1mで安全停止(43分後)

水深6m以下になると、バーグラフ表示が消え、SAFESTOPの文字と、安全停止時間の逆算タイマーが自動的に表示されます。写真は潜水時間が43分で現在水深が5.1m、安全停止時間が残り1分15秒であることを示しています。

※安全停止中にSELECTボタンを押すと、体内窒素バーグラフと、現在時刻、最大水深、現在水温などの情報が表示されます。

(写真8)

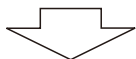
安全停止終了(45分後)

水深5.1mで3分間の安全停止が終了した時点の表示です。SAFESTOPの文字と逆算タイマー表示が消えて、バーグラフ表示に戻ります。この時点で表示上は、速いコンパートメント4つと中間的なコンパートメント2つが排出方向、それ以外のコンパートメントが吸収方向を示しています。1本目にしてはかなり窒素を取り込んだ状態だと言えます。

※遅いコンパートメントはゆっくり反応するので、実際より若干遅れて±が表示される場合があります。

（写真9）

１本目潜水終了30分後

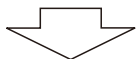
IQ-850は水深1.5m以浅に浮上すると、水面休息時間表示に切り替わります。写真は1本目の潜水終了から30分が経過した状態です。速いコンパートメントはかなりの割合で、また、中間的なコンパートメントもそれなりの割合で窒素を排出していますが、遅いコンパートメントは排出にきわめて時間がかかっていることが分かります。

（写真10）

１本目潜水終了60分後

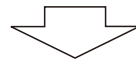
1時間経過すると、中間的なコンパートメントもかなり窒素の排出が進んできます。しかし、遅いコンパートメントは非常にゆっくりと排出されています。ここで注目すべき点は一番速いコンパートメント。グラフ上では30分前と変っていません。排出される時も最後はゆっくりと周囲圧（この場合は大気圧）に飽和して行くので、バーグラフがゼロを示す間際には少し時間がかかることが分かります。
※バーグラフの１ドットは6.25%です。

（写真11）

１本目潜水終了90分後

水面休息時間を1時間半とった時点で、一番速いコンパートメントが大気圧に飽和してゼロになります。この状態で2本目の潜水を開始して反復潜水をする場合は、その時点の体内窒素量をバーグラフから読み取って、どのような潜水をしたら良いかをイメージすることが減圧症予防の観点からは大切です。1本目にしては遅いコンパートメントに多く窒素が残っているので、潜水時間を短めにして、早目に水圧の低い10m未満に上がってくるような計画が必要です。

（写真12）

２本目開始、水深15mで停滞（15分後）

1時間半の水面休息後、2本目は潜水開始後すぐに水深15mに停滞してみます。この水深15mと言うのは、①エアー持ちが良いと60分前後潜れる。②減圧潜水ギリギリラインと（ダイバーが満足を得る）最大潜水時間が合致する。③水圧はかなりあり、許容性のない遅いコンパートメントに窒素を溜め込みやすい。という要素が重なり合うので（停滞すると危険な状態になり）、特に注意が必要です。写真は開始2分後から水深15mに停滞した時の15分経過時点の様子です。

（写真13）

水深15mで停滞（30分後）

水深15mでは、中間的なコンパートメントが中心になり、減圧潜水ライン（減圧不要限界値：M値）に向かってバーグラフが伸びて行きます。従来品の体内窒素表示は1本バーなので、特にこのような状態が把握しづらくなっています。1本バーの場合、その時点で最も減圧不要限界値に近いコンパートメントが切り替わり表示されるからです。減圧管理上大切な遅いコンパートメントの状態がよく分からないのが、従来品の表示上の欠点だと言えます。

（写真14）

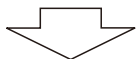
水深15mで停滞（50分後）

水深15mにずっと貼りつくような箱型ダイビングをした場合は、速いコンパートメント４つは途中で飽和に向かってしまうためにバーグラフが伸びなくなり、中間的なコンパートメントが減圧不要限界を超えて、減圧潜水に切り替わります。写真は左から５つ目の中間的なコンパートメントが、あと2分で減圧潜水に切り替わることを示しています。

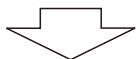
※1本目に15mに停滞した場合は、およそ66分後に減圧潜水に切り替わります。

（写真15）

水深 5.7m で安全停止（54分後）

　減圧潜水切り替わりギリギリの所で浮上して安全停止。水深6m以下になると、バーグラフ表示が消え、SAFESTOPの文字と、安全停止時間の逆算タイマーが表示されます。写真は潜水時間が54分で現在水深が5.7m、安全停止時間が残り30秒であることを示しています。減圧潜水切り替わり直前まで水深15mに停滞したために窒素はかなり溜まった状態ですが、現在水深が浅いために無減圧潜水時間は最大値の200分を示しています。

（写真16）

安全停止終了（55分後）

　水深5.7mで3分間の安全停止が終了した時点の表示です。SAFESTOPの文字と逆算タイマー表示が消えて、バーグラフ表示に戻ります。この時点で、窒素が排出方向になっているコンパートメントとまだ吸収されているコンパートメントは半々になっています。このことから、安全停止を行う目的は、主に「速いコンパートメント」の体内窒素を安全なレベルに下げることと、圧力変化が大きい浅い水深での浮上速度違反を防ぐことにあることが分かります。

（写真17）

浮上せずに4.8mに停滞（80分後）

　遅いコンパートメントの特性を見るために、安全停止後すぐに浮上せずに水深4.8mにしばらく留まってみます。安全停止終了後24分経過時点で、速いコンパートメントと中間的なコンパートメントは全て排出方向で一表示になっているのに対し、遅いコンパートメントは4つとも全て吸収方向で十表示になっています。遅いコンパートメントは常に吸収方向に向かっているので、長時間の潜水は危険であることが分かります。

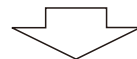
（写真18）

２本目潜水終了直後

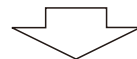
　写真は2本目終了直後の状態です。当社では数々の減圧症患者のダイブプロファイルをシミュレートした結果、潜水終了時点で遅いコンパートメントが50%を超える（9ドット以上）ダイビングは危険だと考えます。この場合、右から2つ目～3つ目のコンパートメントが50%を超えており、危険な状態だと言えます。潜水中は、バーグラフを見ながら、潜水深度と潜水時間を常にコントロールすることが大切です。減圧症予防の観点から、当然3本目を潜ってはいけません。

（写真19）

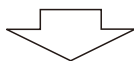
２本目潜水終了30分後

　写真は2本目の潜水終了から30分が経過した状態です。体内窒素排出時間（飛行機搭乗禁止時間）が24時間19分あるように、遅いコンパートメントにかなりの窒素が残っています。深い所で長く潜る潜水は一番危険ですが、減圧潜水に切り替わり、長く潜ることはできません。エアー持ち、水圧による窒素の吸収速度、ダイバーが満足を得られる潜水時間などが重なる水深15～19mあたりに、長く留まる潜水こそが現実的に一番危ないことを理解する必要があります。

（写真20）

２本目潜水終了60分後

　写真は2本目の潜水終了から1時間が経過した状態です。遅いコンパートメントはなかなか窒素量が減りません。ここで注目する点は、左から4つまでの速いコンパートメント。1時間経過すると、1本目の（潜水終了60分後）と見かけ上は同じ状態になっています。速いコンパートメントは窒素を排出するのが速いので、潜水終了後は十分に高所移動（山越え）までに時間を取り、模範潜水の実施と急浮上に気をつければ、比較的安全な組織であると考えることができます。

（写真21）

２本目潜水終了90分後

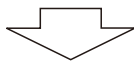
写真は２本目の潜水終了から１時間半が経過した状態です。１本目と同様にこの時点で一番左の最も速いコンパートメントは飽和して一表示が消え、バーグラフがゼロになっています。この状態も１本目と全く同じです。つまり、速いコンパートメントは、減圧潜水でもしない限り、１時間以上経過すれば似たような窒素状態となります。つまり、潜水中は中間的なコンパートメントから、遅いコンパートメントに対する減圧管理に、より注意を払う必要があると言えます。

（写真22）

３本目開始、水深15mで停滞（5分後）

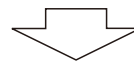
無理な潜水を２本反復したので、遅いコンパートメントの窒素が50%近くあります。３本目は絶対に避けるべきですが、説明のために、１時間半の水面休息後、３本目を潜ってみます。２本目同様、最も窒素を溜め込みやすい水深15mに、潜水開始すぐから停滞してみます。このように窒素を溜め込んだ状態でも、従来の１本バーの窒素量グラフでは、速いコンパートメントか、遅いコンパートメントの窒素か、どちらの窒素状態が表示されているのかが分かりません。

（写真23）

水深15mで停滞（20分後）

水深15mに20分停滞した状態です。速いコンパートメントが減圧潜水に関わってこないために、無減圧潜水時間は33分を示しています。減圧症の患者のダイビングプロファイルを分析すると、このような一見安全そうに見える比較的浅い水深に長く留まる箱型反復潜水をした例が多く見られます。これは、１本バーで残留窒素表示を行っている現行のダイブコンピューターにも原因があります。実際は、遅いコンパートメントに窒素がかなり蓄積されているのです。

（写真24）

水深15mで停滞（50分後）

水深15mに停滞して50分が経過した状態です。ここでようやく左から５番目の中間的なコンパートメントが３分後に減圧潜水ラインを超える状態になります。しかし、１本目の水深30mで出した減圧潜水警告の時と窒素の取り込み状態が大きく異なることが分かります。特殊な例を除き、減圧潜水は浅い水深で出した場合の方が、体内窒素量や減圧停止時間の長さの観点から、より危険であることを全てのダイバーは肝に銘じる必要があります。

（写真25）

水深5.4mで安全停止（53分後）

水深5.4mで安全停止をしている際に、NDLは表示最大値の200、つまり無減圧潜水時間が200分以上あることを示しています。当社のダイブコンピューターの場合は200、また他社には・・・表示に切り替わるものもあります。いたずらに長い時間を表示しないのは、ある程度の限界があるように見せて危険意識を失わないようにさせるためですが、反面、組織ごとのバーグラフがないと、全てがリセットされて体内に残留窒素があることを忘れてしまう危険性があります。

（写真26）

３本目潜水終了直後

この３本の反復潜水は、ほぼダイブコンピューターが示す無減圧潜水の範囲内と呼べるものです。しかし、現実には体内窒素排出時間が28時間以上もあり、各コンパートメントとも窒素が満遍なく溜まっています。このような一触即発の状態になった時には、浮上速度違反や高所移動によって減圧症を発症する可能性が非常に高まると考えられます。特に遅いコンパートメントに50%以上の窒素を取り込まないように、控えめなダイビングを行う必要があります。

解説：「遅いコンパートメント」のコントロール

ここまでの3本の反復潜水のシミュレーション例をご覧になってお分かりのように、「遅いコンパートメント」は、水深が浅いところでも常に窒素は吸収方向にあります。また、長く表示され過ぎる無減圧潜水時間では管理ができません。体内の「遅い組織」は窒素の吸排出が遅いために許容性が低く、リカバリーやコントロールがしづらいので、特に注意を払う必要があります。遅いコンパートメントに窒素を取り込まないようなダイビングを心掛けることによって、全体的な窒素の取り込み過ぎを防ぐことができます。その遅いコンパートメントをコントロールするポイントは大きく4つあります。

①一日の反復潜水回数は3本以内にする。
②潜水時間は短め（潜水本数を計算に入れつつ、最大で45分を超えないように）にする。
③平均水深は最大でも15m未満で、反復潜水の場合は、2本目、3本目とより浅くする。
④ダイビングの初めに最大水深に達して後はゆっくりと浮上していく模範パターンの潜水を実施する。

これらの点を遵守すれば、「遅い組織」に窒素を取り込み過ぎることを抑えられるはずです。TUSAでは減圧症予防の観点から、右から4つ目までの遅いコンパートメントが、潜水終了時点で50%を超えないようなダイビングをすることをおすすめします。

尚、IQ-850では、高所移動（山越えや飛行機搭乗）による気圧変化時や、「加速減圧」時などの特殊な状況下において、今までのダイブコンピュータにはなかった体内窒素量バーグラフを表示するので、ダイブコンピュータの減圧理論をより明確に理解することができます。また、水中、大気中に関わらず、人体の各組織は常に周囲の圧力と平衡（飽和）状態になっていくという基本原理を自然と理解することができます。（次ページ以降参照）

体内窒素バーグラフ表示の見方（潜水後の高所移動）

（写真27）

潜水終了後３時間の表示例（高所移動不可）

東京医科歯科大学では、潜水終了後の高所移動（主に車による山越え）による減圧症発症者が多数（全発症者の10%近く）いることを学会などで発表しています。関東地方の代表的なダイビングエリアである伊豆でダイビングをした場合、多くのダイバーが東名高速道路を利用しますが、御殿場付近で標高454mと、高所移動（標高300m以上）にあたるので十分な注意が必要です。写真は窒素を溜め込むようなダイビング（無減圧潜水）を3本行った後の、3時間経過した時点の体内窒素バーグラフの状態です。東京医科歯科大学では減圧症の患者例から、ダイビング終了後5時間以上空けることを推奨しています。これを元に独自にシミュレーションをした結果、ダイビング終了後に高所を通過する時点で、左から5つ目までのコンパートメントがゼロになっていて、且つ最も窒素が残っている（遅い）コンパートメントが33%以下になっていることをTUSAではおすすめします。写真の状態では左から5つ目のコンパートメントがまだ表示されており、窒素量も50%近くあるコンパートメントがあるので、高所移動をするには危険です。

（写真28）

潜水終了後６時間の表示例（高所移動可）

写真は潜水終了後6時間経過した状態です。ここで左から5つ目までのコンパートメントがゼロになり、且つ最も窒素が残っているコンパートメントが33%以下となるので、ようやく高所移動をしても安全なレベルとなります。潜水終了後に安全なレベルに窒素の量が減る時間は、その日のダイビングプロファイルによって決まります。潜水当日に高所移動が必要な場合は、できるだけ潜水本数を2本以内として、特に遅いコンパートメントに窒素を取り込み過ぎないようなダイビングを心掛ける必要があります。左から5つ目までのコンパートメントがゼロになって、且つ最も窒素が残っている（遅い）コンパートメントが33%以下になるという条件は、通常のダイビング1本で潜水終了後3時間少々、窒素を溜め込むような3本の反復潜水で6時間程度の経過が目安となります。この条件は、U.S.ネイビーダイビングマニュアルの高所移動の目安より安全度が高い設定となっています。

体内窒素バーグラフ表示の見方（潜水前高所移動中）

（写真29）

高所移動中（低所→高所、高所順応中）

高所に向かって移動中や飛行機に乗った際は、周囲の圧力が下がるので、体内から窒素が排出されます。IQ-850では、車に乗って高所に向かって移動している最中や、高所順応中、飛行機に乗って上昇中及び安定飛行中（全コンパートメントが窒素を排出方向の際）は左のような画面が現れます。上の一表示はその高度に飽和した組織から（早い組織から遅い組織に）順に無表示に変って行きます。下から伸びるバーグラフは、もしもその時点で（その高度で）すぐに潜水を開始した場合に、計算上そこから窒素が加算されて溜まって行く事を意味しています。即ち、高地潜水をする場合は、その高度に飽和（順応）するまでは無減圧潜水時間に更に余裕がなく、平地に比べて危険であることが分かります。その高度に留まった場合は、バーグラフは時間の経過とともに減って行き、平衡状態になると全てのバーグラフがゼロになります。それに要する時間（DESAT）は20時間53分です。また、山マークが２つあるので、その時の高度は1600m～2600m付近であることが分かります。高度１万メートル付近を飛ぶジェット機の機内の圧力は加圧されて高度2000m～2500mに相当していますので、通常はこれと同じ表示が出ます。

（写真30）

高所移動中（高所→低所、低所順応中）

高所から平地に向かって移動中や飛行機が着陸態勢にある時は、周囲の圧力が上がるので、体内に窒素が吸収されます。車に乗って高所から平地に向かって移動している最中や着陸前に飛行機内の圧力が減圧している時、及び平地に順応中（全コンパートメントが窒素を吸収方向の際）は左のような上から下に向かってバー表示が出る画面が現れます。上の十表示は順次その高度（平地）に飽和した組織から無表示に変って行きます。上から下に伸びるバーグラフは、大気に対する組織ごとの体内の窒素の状態を示していて、順応した組織から順に消えて行きます。高地にいたために体内から排出された窒素が吸収され、その場所（平地）の周囲圧に応じて飽和するまでの時間（DESAT）は、4時間10分です。仮にこの時点ですぐに潜水を開始したとしても、高所で潜水を行う場合と異なり、問題はありません。

体内窒素バーグラフの見方（特殊な状況下）

（写真31）

加速減圧中

テクニカルダイビングでは、体内に窒素を取り込み過ぎるようなダイビングを行った場合に、浅い水深（5m前後）で高濃度の酸素を吸入することによって、体内の窒素を早く排出させる「加速減圧」を行うことがあります。「速いコンパートメント」は窒素の排出が速いので、そのような場合にはダイブコンピュータの計算上では、周囲圧との平衡状態よりも体内の窒素量が少なくなります。つまり、IQ-850の12本の体内窒素バーグラフでは、「速いコンパートメント」のバーが、上から下に逆に伸びることになります。写真は、左から５番目のコンパートメントが100％を超えて減圧潜水に切り替わった状態から、水深5.4mで酸素混合率80％のナイトロックスで加速減圧を行った状態のシミュレーション例です。

（写真32）

高所から平地に移動してすぐに潜った場合

飛行機に長時間乗った後、あるいは高所に居住・滞在して体内窒素が飽和した状態で、あまり間を空けないで海でダイビングをするような場合は、そのまま潜っても問題はありません。例えば、飛行機（ジェット機）内はおよそ高度2,000～2,500mの周囲圧に相当しています。長時間乗っていると、周囲圧が低いので体内の窒素は排出されていきます。高度が下がるにつれて、周囲圧が高くなるので窒素は体内に吸収されていきますが、「遅い組織」は平地の周囲圧と平衡状態になるまでにかなり時間がかかります。そのため、「遅い組織」の窒素は平地の平衡状態に対してしばらくマイナスとなります。ですから、ダイブコンピュータの計算上は、「遅い組織」に余裕が生まれることになります。IQ-850の12本の体内窒素バーグラフでは、このようなケースでは「遅いコンパートメント」のバーが、上から下に逆に伸びることになります。写真の画面は、高度ランク２で平衡した状態から、ほとんど間を空けないでダイビングを開始した場合の20分後のシミュレーション例です。

体内窒素量でマージンを管理する必要性

例えば、水深30mで2番目に速いコンパートメントの体内窒素量が減圧不要限界（M値）の90％（残り10％）になった時は、無減圧潜水時間は残り3分しかありません。ところが、水深15mで5番目に速いコンパートメントの体内窒素量が減圧不要限界（M値）の90％（残り10％）になった時は、無減圧潜水時間は11分を示します。この水深によって条件が変化する無減圧潜水時間の危険性を理解していないダイバーが多いために、ダイブコンピュータが普及してから減圧症罹患者が急増したものと弊社では考えています。深い水深では無減圧潜水時間に対して十分なマージンを、水深15m以内の浅い場所では体内窒素量バーグラフに対して十分なマージンを確保して、常に控えめなダイビングすることをおすすめします。

表示上のご注意

●1ドット＝6.25％で、100％（減圧潜水切り替わり）ラインまでは、16ドットとなります。

●各コンパートメントの体内窒素量表示計算は、負荷を防ぐために同時に行われません。従って、あるコンパートメントの右側の（より遅い）コンパートメントの方が1ドット分多く表示される場合が時々あります。しかし、これは過渡的な現象であって、計算は正しく行われています。この状態は30～90秒で正しい表示に戻ります。

●PC転送ユニットのダイブログソフト内にあるシミュレーション機能のバーグラフの表示と、IQ-850の実際の体内窒素量バーグラフの表示に多少のズレが生じる場合があります。これは、IQ-850が1ドット＝6.25％で計算しているということと、パソコンの演算処理タイミングとIQ-850の演算処理タイミングに違いがあることから生じます。

●IQ-850は水面浮上後10分経過するまでは、ダイビングの終了か継続潜水かを判断しないように設計されています。また、潜水終了後12分後までは体内窒素バーグラフ上部に一表示がされません。これは、その10分に加えてコンパートメントごとの体内窒素量計算が終わる90秒が必要だからです。

●IQ-850の体内窒素量バーグラフは、体内窒素量が飽和状態にある時は十を表示するように設計されています。これはより危険意識を持っていただきたいという理由と、バーグラフを表示する演算タイミングと飽和状態にあるタイミングがぴったりと整合しないケースがあるからです。（※減圧計算は正しく行われています。）

最後に

最後に大切なお話をしましょう。殆どの減圧症の罹患者が、後になってから減圧症、そして予防法のことを勉強しています。「後悔先に立たず。」「予防に勝る治療はなし。」と言われますが、まさにその通りです。減圧症は正しい知識があれば、必ず発症率を下げることができます。素晴らしいダイビングをいつまでも楽しむためには、安全に対する正しい知識の習得が不可欠です。ちなみに、現在の発症率はどれくらいかと言うと、東京医科歯科大学の研究によると、全国で年間推定1,000人以上。タンクの本数で10,000～14,000本に1症例、罹患経験者はダイバー50人あたりで1人という調査データがあります。これを多いととらえるか、少ないととらえるかは、あなたの考え方次第です。

この「体内窒素バーグラフの見方」には、こういう潜り方をするとこういうコンパートメントごとの体内窒素バーグラフ表示が出るというシミュレーション例と解説が書かれています。しかし、弊社では、それは使い方の一つのヒントだと考えています。

つまり、①急浮上に注意する。②速いコンパートメントの窒素をなめらかに減圧する。③遅いコンパートメントに窒素を取り込み過ぎない。④水面休息時間、潜水後の高所移動などを含めたトータル的な減圧管理を行う。以上の基本的な考え方を元に、最終的には、ダイバーの皆さん一人一人が、IQ-850の12本のコンパートメントごとのバーグラフ表示をどのように使って行けば減圧症の発症を予防することができるかを考えることが大切だと思うのです。

まずは、ダイバー皆さんそれぞれが、減圧症に対する正しい知識を身につけることが肝心です。インストラクターやガイドダイバーに頼るのではなく、体内の窒素状態を把握しながら、自分で減圧管理するという意識がとても大切なのです。安全にダイビングを楽しむためにも、減圧症とダイブコンピュータについての正しい知識を必ず身につけましょう。ちょっとした心がけで、これからのダイビングの安全性が飛躍的に高まるはずです。